



Docket No.: A8319.0043/P043  
(PATENT)

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:  
Toru Shibutani et al.

Application No.: 10/810,802

Confirmation No.: Not Yet Assigned

Filed: March 29, 2004

Art Unit: Not Yet Assigned

For: APPARATUS AND METHOD FOR  
DETECTING ALPHA-RAY

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

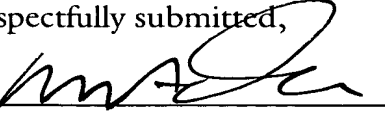
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2003-093713	March 31, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: May 4, 2004

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &

OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 785-9700

Attorney for Applicant



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 3 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 9 3 7 1 3  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 9 3 7 1 3 ]

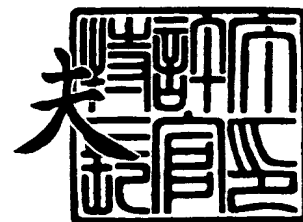
出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):



2 0 0 4 年    4 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 1 3 1 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 PE28966

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01T 1/24

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号  
株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内

【氏名】 渋谷 徹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町五丁目 2 番 1 号  
株式会社日立製作所 情報制御システム事業部内

【氏名】 海原 明久

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100098017

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉岡 宏嗣

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 055181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】  $\alpha$  線測定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数個の半導体検出素子を含む  $\alpha$  線検出手段と、  
それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、  
半導体検出素子の加算出力信号に基づき  $\alpha$  線のエネルギー分布を分析する波高  
分析手段とからなる  
ことを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【請求項 2】 平面に配置した複数個の半導体検出素子を含む  $\alpha$  線検出手段  
と、  
それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、  
それぞれの半導体検出素子の出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、  
逆同時計数されなかった半導体検出素子の加算出力信号に基づき  $\alpha$  線のエネル  
ギー分布を分析する波高分析手段とからなる  
ことを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【請求項 3】 上下に配置した複数個の半導体検出素子を含む  $\alpha$  線検出手段  
と、  
それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、  
それぞれの半導体検出素子の出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、  
逆同時計数されなかった半導体検出素子の加算出力信号に基づき  $\alpha$  線のエネル  
ギー分布を分析する波高分析手段とからなる  
ことを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【請求項 4】 平面および上下に配置した複数個の半導体検出素子を含む  $\alpha$   
線検出手段と、  
各平面内でそれぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、  
各平面の半導体検出素子の加算出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、  
逆同時計数されなかった各平面の半導体検出素子の加算出力信号に基づき  $\alpha$  線  
のエネルギー分布を分析する波高分析手段とからなる  
ことを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【請求項 5】 請求項 2 ないし 4 のいずれか一項に記載の  $\alpha$  線測定装置において、

逆同時計数手段が、少なくとも 1 個の前記半導体検出素子の出力信号と残りの前記半導体検出素子の出力信号との間で逆同時計数する手段であることを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の  $\alpha$  線測定装置において、

評価するエネルギー範囲を指定し分析結果を表示するデータ処理手段を備えたことを特徴とする  $\alpha$  線測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコンなどの半導体検出素子を用いる  $\alpha$  線測定装置に係り、特に、 $\alpha$  線の測定時間を短縮する手段に関する。

【0002】

【従来の技術】

試料中に含まれる極微量の  $\alpha$  線を測定する装置として、PR ガスを使用したガスフロー型計数管が知られている（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0003】

エネルギー分析可能な  $\alpha$  線測定装置として、半導体検出素子を用いた半導体検出器も知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

【非特許文献 1】

日本原子力産業会議編「放射線取扱技術」

日本原子力産業会議，平成 10 年 5 月 26 日

p 224-225

【特許文献 1】

特開平 10-213666 号公報

（第 2 頁，図 1）

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

試料から放出される極微量の $\alpha$ 線の測定において、大面積化が容易なガスフロー型計数管は、 $\alpha$ 線の捕捉に適している。しかし、試料から放出される $\alpha$ 線のエネルギーへの依存性が少なく、エネルギー分解能が悪い。

## 【0006】

一方、半導体検出素子は、エネルギー分解能に優れている。しかし、有感面積が小さく、大面積化が困難であり、極微量の $\alpha$ 線を精度良く計測するには、長い測定時間を要する。

## 【0007】

また、短時間で精度良く測定するには、宇宙線や電気的外乱によるバックグラウンドノイズを十分に除去する必要がある。バックグラウンドノイズを所定レベルまで除去しようとする、遮へい体を十分に厚くしなければならず、 $\alpha$ 線測定装置全体が大きく重くなる。

## 【0008】

本発明の目的は、エネルギー分解能が優れている半導体検出素子を使用して、試料から放出される極微量の $\alpha$ 線を短時間で精度良くエネルギー分析可能な $\alpha$ 線測定装置を提供することである。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、複数の半導体検出素子を含む $\alpha$ 線検出手段と、それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、半導体検出素子の加算出力信号に基づき $\alpha$ 線のエネルギー分布を分析する波高分析手段とからなる $\alpha$ 線測定装置を提案する。

## 【0010】

本発明においては、 $\alpha$ 線検出手段を複数の半導体検出素子で構成し、それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算するので、実質的測定試料面積を拡大し、測定時間を短縮できる。

## 【0011】

本発明は、より具体的には、平面に配置した複数個の半導体検出素子を含む $\alpha$ 線検出手段と、それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、それぞれの半導体検出素子の出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、逆同時計数されなかった半導体検出素子の加算出力信号に基づき $\alpha$ 線のエネルギー分布を分析する波高分析手段とからなる $\alpha$ 線測定装置を提案する。

#### 【0012】

本発明は、また、上下に配置した複数個の半導体検出素子を含む $\alpha$ 線検出手段と、それぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、それぞれの半導体検出素子の出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、逆同時計数されなかった半導体検出素子の加算出力信号に基づき $\alpha$ 線のエネルギー分布を分析する波高分析手段とからなる $\alpha$ 線測定装置を提案する。

#### 【0013】

本発明は、さらに、平面および上下に配置した複数個の半導体検出素子を含む $\alpha$ 線検出手段と、各平面内でそれぞれの半導体検出素子の出力信号を加算する加算手段と、各平面の半導体検出素子の加算出力信号を逆同時計数する逆同時計数手段と、逆同時計数されなかった各平面の半導体検出素子の加算出力信号に基づき $\alpha$ 線のエネルギー分布を分析する波高分析手段とからなる $\alpha$ 線測定装置を提案する。

#### 【0014】

上記いずれかの $\alpha$ 線測定装置において、逆同時計数手段は、少なくとも1個の前記半導体検出素子の出力信号と残りの前記半導体検出素子の出力信号との間で逆同時計数する手段とすることができる。

#### 【0015】

逆同時計数手段を備えたこれらの $\alpha$ 線測定装置においては、バックグラウンドノイズとなる宇宙線や電気的外乱を除去できる。

#### 【0016】

波高値を分析した後、評価するエネルギー範囲を指定し分析結果を表示するデータ処理手段を備える。

#### 【0017】

本発明においては、複数の半導体検出素子の出力信号を加算して測定試料面積を拡大するとともに、バックグラウンドノイズも除去するので、測定時間を短縮しつつ、 $\alpha$ 線のエネルギーをより高精度に分析できる。

#### 【0018】

##### 【発明の実施の形態】

次に、図1～図6を参照して、本発明による $\alpha$ 線測定装置の実施形態を説明する。

#### 【0019】

##### 【実施形態1】

図1は、本発明により複数の半導体検出素子を平面に配置した $\alpha$ 線測定装置の実施形態1の系統構成を示すブロック図である。

#### 【0020】

実施形態1の $\alpha$ 線測定装置は、 $\alpha$ 線検出手段2と、増幅手段3と、加算手段4と、逆同時計数手段5と、遅延回路6と、波高分析手段7と、データ処理手段8とからなり、測定試料9からの $\alpha$ 線を測定する。

#### 【0021】

$\alpha$ 線検出手段2は、平面に近接して配置された複数の半導体検出素子1を含んでいる。半導体検出素子1からの信号は、それぞれ増幅手段3で増幅され、2つの信号S1、S2となる。

#### 【0022】

これらの信号S1、S2は、2つの信号を加算する加算手段4と、信号S1とS2とが同時に発生した場合に外乱と判断する逆同時計数手段5とにそれぞれ入力される。

#### 【0023】

半導体検出素子1からの信号S1、S2は、加算手段4で加算されて、加算出力信号S3となる。複数の半導体検出素子1からのS1とS2とを加算すると、1個1の半導体検出素子1のみで測定する場合と比較して、2倍の試料面積を測定できる。

#### 【0024】



加算出力信号 S 3 は、ゲート信号 G との到達時間を調整する遅延回路 6 を経て、波高分析手段 7 に計測信号として入力される。

#### 【0025】

$\alpha$  線のエネルギーを分析する場合、比較的高エネルギー領域を評価する。しかし、高エネルギー領域において測定試料 9 から放出される  $\alpha$  線は極微量である場合、1 時間に数カウント程度しかカウントされないため、測定試料 9 から放出される  $\alpha$  線が 2 つの半導体検出素子 1 に同時に入射する確率は極めて低い。

#### 【0026】

一方、宇宙線や電気的外乱は、2 つの半導体検出素子 1 に同時にノイズとして誤信号を発生させる場合が多い。そこで、逆同時計数手段 5 は、2 つの半導体検出素子 1 に同時に計測された信号をノイズと判断する。

#### 【0027】

ちなみに、ガスフロー型計数管は、上記の通り、試料から放出される  $\alpha$  線のエネルギーへの依存性が少なく、エネルギー分解能が悪いものの、エネルギーに関係なくグロスのカウント値を求めるためにカウント値が多く、宇宙線などによるバックグラウンドノイズの影響は、エネルギー分析可能な半導体検出素子と比較して少ない。

#### 【0028】

半導体検出素子による測定方式において、比較的高エネルギー領域を分析する場合は、前述のようにカウント値が少ないため、宇宙線などによるバックグラウンドノイズの影響は大きくなる。

#### 【0029】

そこで、本発明においては、全体のバックグラウンド計数率(BG計数率)を低減するために、逆同時計数手段 5 を備えている。

#### 【0030】

逆同時計数手段 5 がノイズと判断した場合、波高分析手段 7 に伝送されるゲート信号 G は、ゲートを閉じる方向の信号となり、波高分析手段 7 はその時点に計測信号として入力される信号 S 3 を計測値から除外する。

#### 【0031】

波高分析手段 7 の出力信号 S 4 は、データ処理手段 8 に入力される。データ処理手段 8 は、評価するエネルギー範囲を指定し、分析結果を表示する。

#### 【0032】

図 2 は、波高値を識別するためのエネルギーレベルを逆同時計数手段 5 とデータ処理手段 8 とで個別に設定する理由を説明する図である。

#### 【0033】

宇宙線や電気的外乱によるバックグラウンドノイズは、2つの検出器における発生時間が同時であっても、測定結果として得られるエネルギーが異なる場合がある。

#### 【0034】

本来はデータ処理手段 8 で用いるディスクリミネータすなわち波高値識別回路における所定のエネルギーレベル D を逆同時計数手段 5 の段階で設定してしまうと、図 2 の上段第 4 番目の外乱に対応する下段 3 番目の信号のように、外乱信号として検出できず、除去対象から外れる場合がある。

#### 【0035】

そこで、本発明においては、逆同時計数手段 5 の外乱信号の検出レベル A を評価対象となる低エネルギー下限ぎりぎりのノイズ除去レベルに設定し、それ以上の外乱信号をすべて拾うようにする。

#### 【0036】

データ処理手段 8 におけるエネルギー範囲指定の具体例については、図 6 を参照して、後述する。

#### 【0037】

$\alpha$  線測定装置の性能を表す重要な値として、測定下限値すなわち検出限界値 D ( $C/cm^2 \cdot h$ ) がある。測定下限値は、バックグラウンド BG 測定時間を  $t_b(h)$ 、BG 計数率を  $n_b(C/h)$ 、検出効率を  $\Gamma$ 、試料面積を  $A(cm^2)$  とすると、一般に式 1 で表される。

#### 【0038】

$$D \doteq 3 \{ \sqrt{(2n_b / t_b)} \} / (\Gamma \cdot A) \cdots \cdots (1)$$

式 1 から、より精度良く測定するには、BG 計数率を少なくし、測定試料の面

積を大きくする必要があることがわかる。

#### 【0039】

図1の構成を採用すると、試料面積が2倍に増加したということだけでも、1個の半導体検出素子1の場合と比較して、半分の測定下限値で測定できることになる。

#### 【0040】

さらに、逆同時計数手段5により宇宙線や電気的外乱によるバックグラウンドノイズを低減するので、BG計数率を少なくし、より高精度の計測を実現できる。

#### 【0041】

図3は、実施形態1の $\alpha$ 線測定装置における信号相互の関係を模式的に示す図である。

#### 【0042】

2つの半導体検出素子1からは各々計測されたランダムな信号S1, S2が出力され、加算手段4で加算され、信号S3となる。

#### 【0043】

逆同時計数手段5からは、波高分析手段7のゲートをON/OFFするゲート信号Gが出力され、S1とS2とが同時に計測されたときのみゲートをOFFする信号となる。

波高分析手段7から出力される信号S4は、S1とS2とが同時でない信号すなわち逆同時計数されなかった半導体検出素子の加算出力信号のみとなり、バックグラウンドノイズを低減できる。

#### 【0044】

#### 【実施形態2】

図4は、本発明により複数の半導体検出素子を上下に配置した $\alpha$ 線測定装置の実施形態2の系統構成を示すブロック図である。

#### 【0045】

半導体検出素子1を上下に設置した実施形態2において、測定試料9は、各々の半導体検出素子1に対応して設置してもよいし、上下いずれか片側に設置する

こともできる。

#### 【0046】

片側に設置した場合に、測定試料 9 が設置されていない側の半導体検出素子 1 は、逆同時計数用としてのみ機能する。

#### 【0047】

#### 【実施形態 3】

図 5 は、本発明により複数の半導体検出素子を平面に配置し更に上下に配置した  $\alpha$  線測定装置の実施形態 3 の系統構成を示すブロック図である。

#### 【0048】

本実施形態 3 においては、図 1 の加算手段 4 および逆同時計数手段 5 の前段に 4 つの半導体検出素子 1 の信号を加算する加算手段 4 を設置することになる。なお、1 個の増幅手段 3 に複数の半導体検出素子 1 を接続してもよい。

#### 【0049】

本実施形態 3 によれば、 $\alpha$  線検出手段 2 の実効面積を更に拡大できる。

#### 【0050】

#### 【実施形態 4】

実施形態 3 の図 5 では、上段と下段とで逆同時計数する構成を示している。

#### 【0051】

本発明は、回路構成を変更すれば、少なくとも 1 個の半導体検出素子 1 の出力と残りの半導体検出素子 1 の出力との間で、逆同時計数も可能であり、逆同時計数する半導体検出素子 1 の組み合わせは、限定されない。

#### 【0052】

試料を測定する半導体検出素子 1 のほかに、逆同時計数のためのみの半導体検出素子 1 を設置することも可能である。

#### 【0053】

図 6 は、本発明による  $\alpha$  線測定装置におけるエネルギー計測範囲設定例とバックグラウンドノイズ低減効果とを示す図である。

#### 【0054】

図 2 において説明したように、逆同時計数手段 5 の外乱信号の検出レベル A を

設定すると、低エネルギーノイズ除去設定レベル未満のノイズは、評価対象から除去される。

#### 【0055】

データ処理手段8において、エネルギー範囲を指定すると、例えば、所定値未満のエネルギー範囲Lに属するカウント、所定範囲Mに属するカウント、所定値以上のエネルギー範囲Hに属するカウントを得て、画面上に表示できる。

#### 【0056】

この範囲は、逆同時計数手段5の外乱信号の検出レベルAの設定とは独立に柔軟に指定可能であり、宇宙線や電気的外乱を除去し、測定試料9から放出される $\alpha$ 線を短時間でより高精度に計測できる。

#### 【0057】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、複数の半導体検出素子の出力信号を加算して測定試料面積を拡大するとともに、バックグラウンドノイズも除去して測定時間を短縮しつつ、 $\alpha$ 線のエネルギーをより高精度に分析できる $\alpha$ 線測定装置が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明により複数の半導体検出素子を平面に配置した $\alpha$ 線測定装置の実施形態1の系統構成を示すブロック図である。

#### 【図2】

波高値を識別するためのエネルギーレベルを逆同時計数手段とデータ処理手段とで個別に設定する理由を説明する図である。

#### 【図3】

実施形態1の $\alpha$ 線測定装置における信号相互の関係を模式的に示す図である。

#### 【図4】

本発明により複数の半導体検出素子を上下に配置した $\alpha$ 線測定装置の実施形態2の系統構成を示すブロック図である。

#### 【図5】

本発明により複数の半導体検出素子を平面に配置し更に上下に配置した $\alpha$ 線測

定装置の実施形態 3 の系統構成を示すブロック図である。

【図 6】

本発明による  $\alpha$  線測定装置におけるエネルギー計測範囲設定例とバックグラウンドノイズ低減効果とを示す図である。

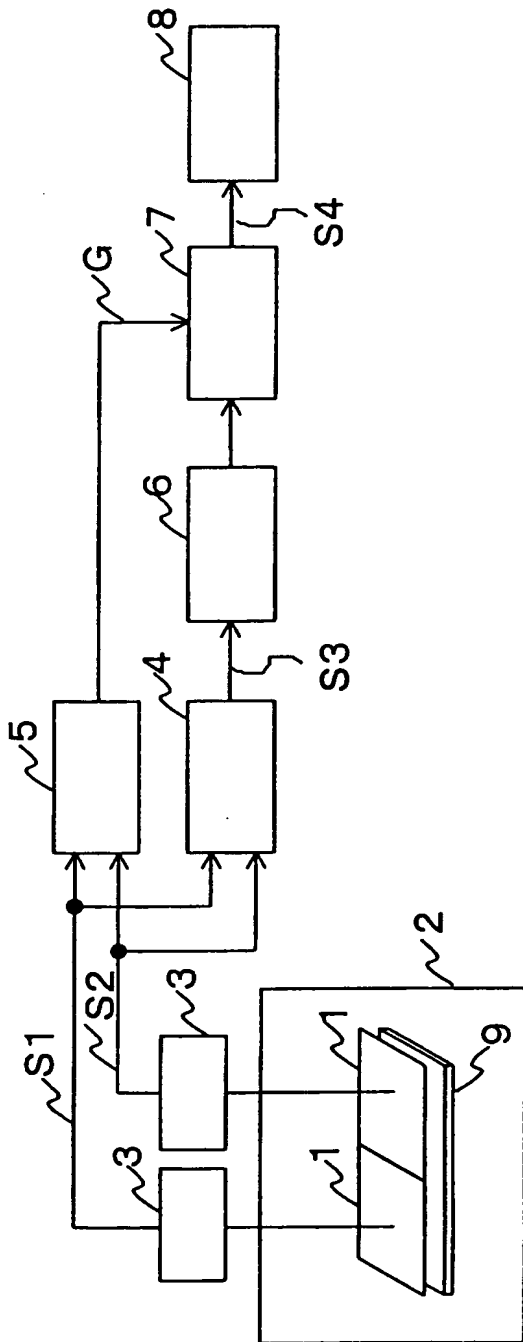
【符号の説明】

- 1 半導体検出素子
- 2  $\alpha$  線検出手段
- 3 増幅手段
- 4 加算手段
- 5 逆同時計数手段
- 6 遅延回路
- 7 波高分析手段
- 8 データ処理手段
- 9 測定試料

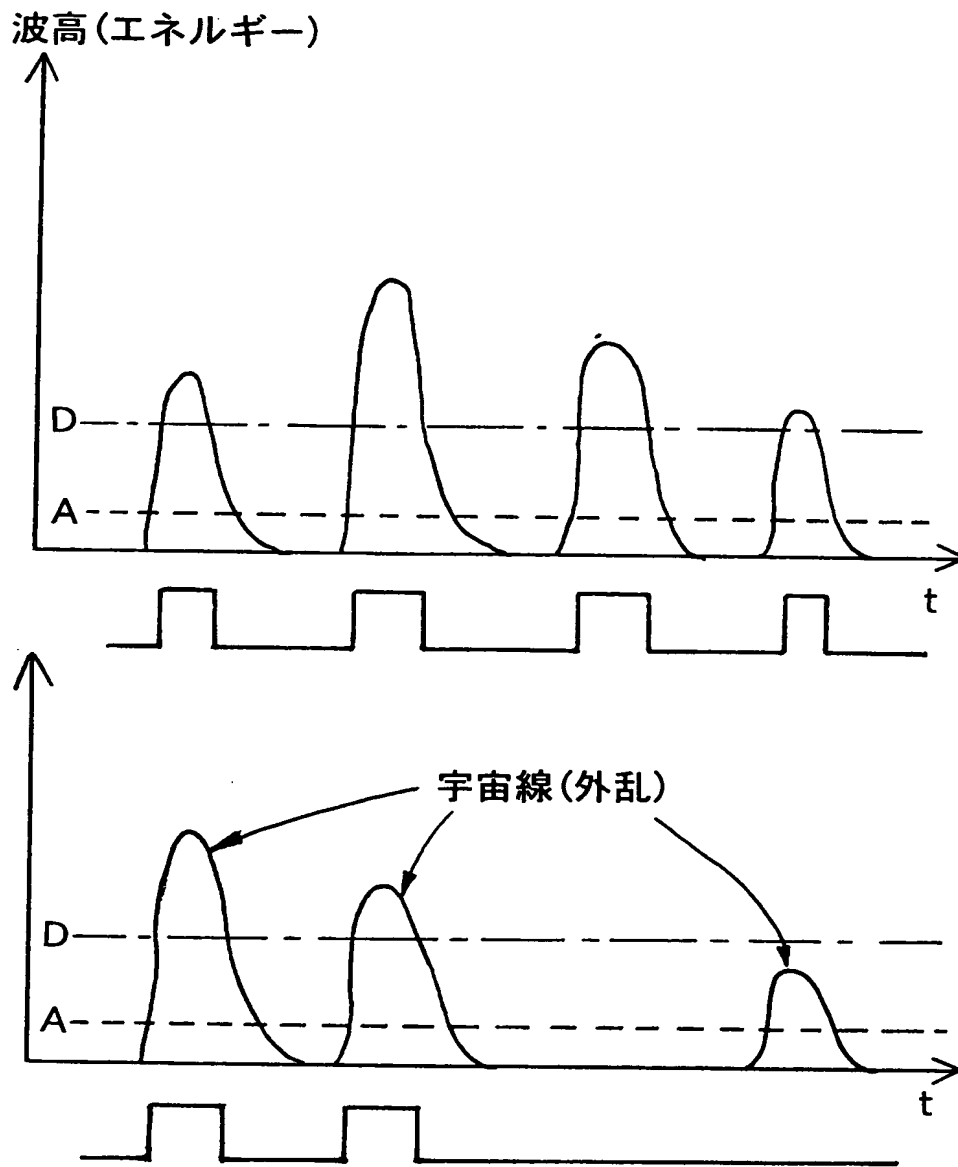
【書類名】

図面

【図 1】

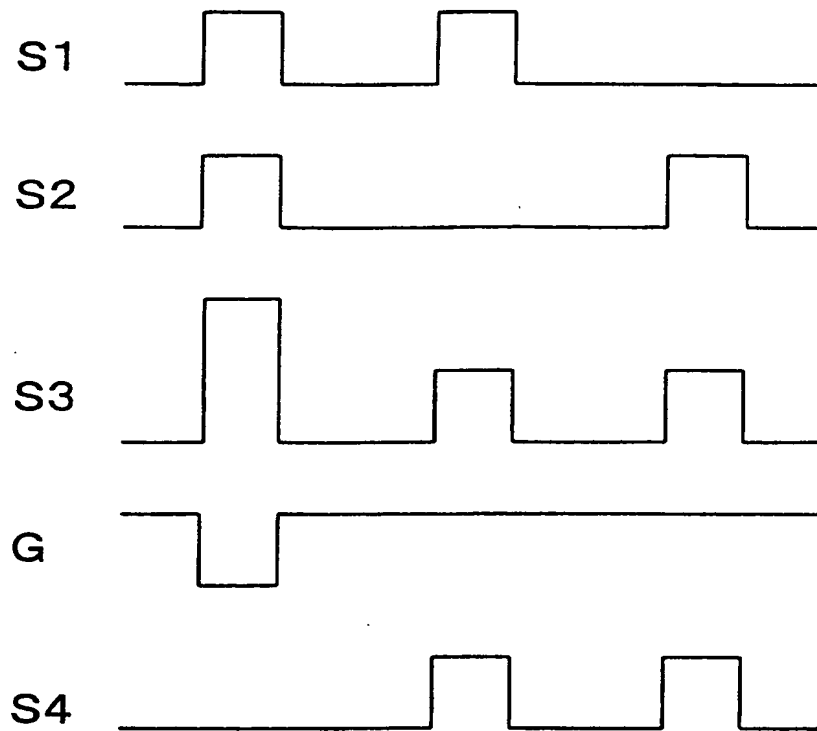


【図 2】

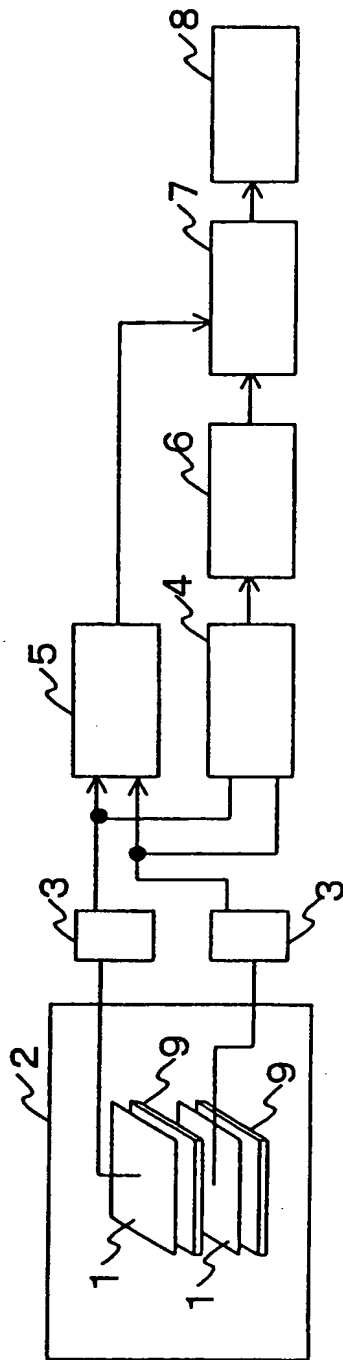




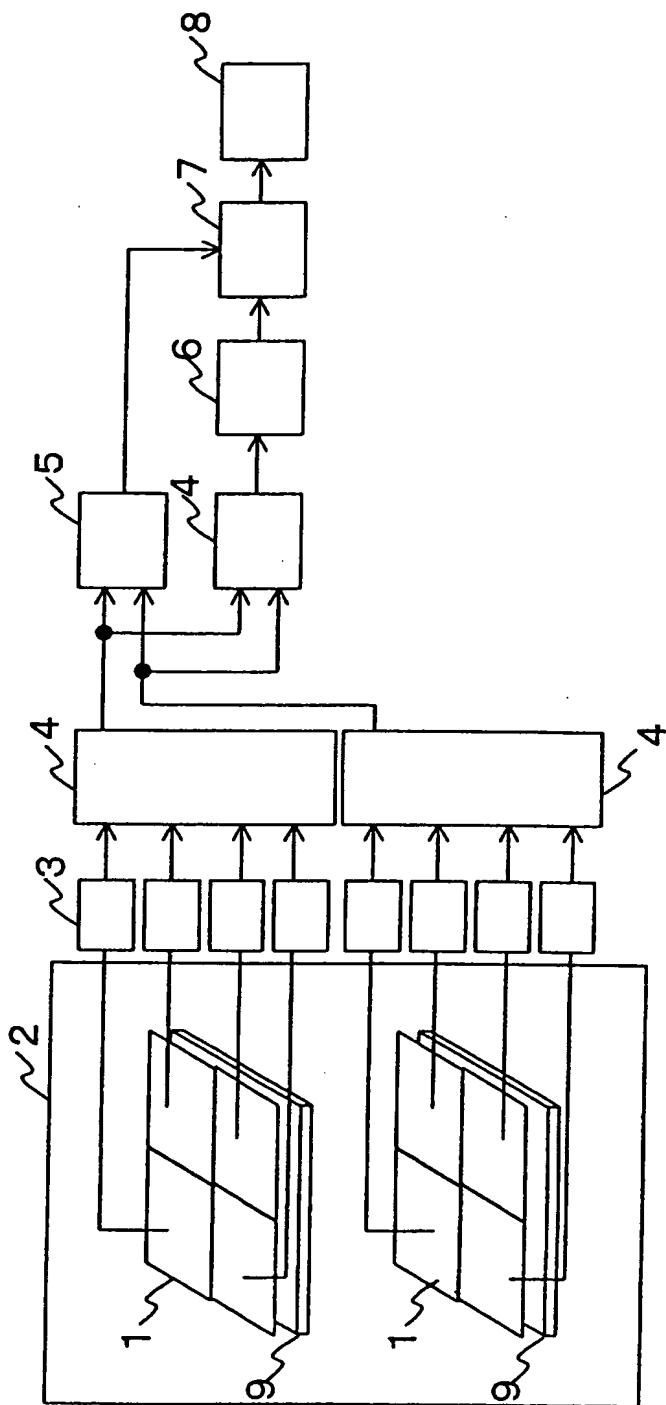
【図 3】



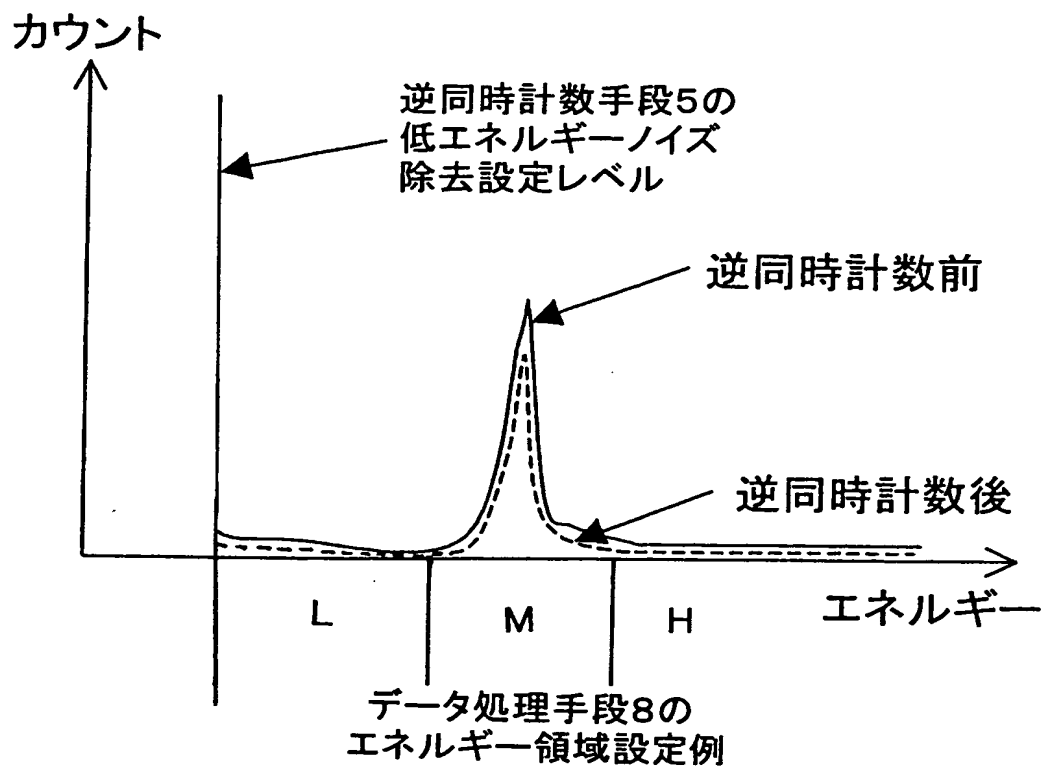
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エネルギー分解能が優れている半導体検出素子を使用して、試料から放出される極微量の $\alpha$ 線を短時間で精度良くエネルギー分析可能な $\alpha$ 線測定装置を提供する。

【解決手段】 複数個の半導体検出素子1を含む $\alpha$ 線検出手段2と、それぞれの半導体検出素子1の出力信号S1, S2を加算する加算手段4と、それぞれの半導体検出素子の出力信号S1, S2を逆同時計数する逆同時計数手段5と、逆同時計数されなかった半導体検出素子1の加算出力信号に基づき $\alpha$ 線のエネルギー分布を分析する波高分析手段7とからなる $\alpha$ 線測定装置。

複数の半導体検出素子の出力信号を加算し測定試料面積を拡大するとともに、バックグラウンドノイズも除去するので、測定時間を短縮しつつ、 $\alpha$ 線のエネルギーをより高精度に分析できる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 3 7 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地
氏 名	株式会社日立製作所